

CA11004UNLP

UNIVERSIDADE: Universidad Nacional de La Plata

AUTORES: Eleonora Carol (eleocarol@yahoo.com.ar)

CONSIDERACIONES SOBRE LAS TÉCNICAS DE MUESTREO UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE AGUAS PARA USO HUMANO

Palavras Chave: Heterogeneidade química, Uso da água.

Palabras Clave: Heterogeneidad química, Uso del agua.

INTRODUCCIÓN

Las heterogeneidades químicas (especiales y temporales) constituyen un condicionamiento en las variaciones de la calidad del agua subterránea (Ronen et al., 1987). Dichas heterogeneidades pueden manifestarse para un mismo pozo en el orden de microescala (centímetros y segundos) (Schmidt, 1977, Ronen and Kanfi, 1981 y Ronen et al., 2002). Esta situación plantea dificultades al momento de establecer una frecuencia de muestreo, lo cual complica el monitoreo, la evaluación y el manejo de los recursos hídricos subterráneos. Las técnicas convencionales de muestreo por bombeo obtienen información de un perfil integrado del acuífero en las adyacencias de la localización del filtro del pozo. Un muestreo de este tipo es apropiado en una etapa de caracterización, por resultar práctico y económico, pero puede no resultar riguroso para evaluar en detalle la evolución de la composición química. Los datos aportados en estos muestreos convencionales deben considerarse de manera criteriosa, teniendo en cuenta la variabilidad química, en especial cuando se tienen que tomar decisiones sobre el uso y potabilidad del agua.

El ion nitrato es un contaminante frecuente de las aguas subterráneas que puede originarse en diversas fuentes tanto puntuales como difusas. El nitrato surge de las distintas transformaciones de las especies y compuestos de nitrógeno ($N_{\text{orgánico}}$, NH_4^+ , urea, etc.) mediante el proceso de nitrificación. En dicho proceso las especies de nitrógeno se oxidan y liberan al medio protones, generando así un descenso en el pH. Esto genera cambios en la composición iónica del agua, especialmente en lo que hace al sistema ácido carbónico y al equilibrio de los carbonatos (Andreoli et al., 1979). De esta manera surge una relación entre la concentración de nitratos y la dureza del agua (Lewis, et. al., 1988, Cook y Das, 1980, Mugni y Kruse, 1993, Martinez et al., 1997 y Laurencena et al., 2001), en donde un aumento en la concentración de nitratos conllevaría a un aumento en los valores de dureza.

Siendo el ion nitrato un limitante en el agua para uso de consumo humano y dada la relación de éste con los valores de dureza se tomó como caso de estudio para analizar dicha relación la Cuenca del Arroyo El Pescado (Provincia de Buenos Aires, Argentina).

El objetivo de este trabajo fue analizar la relación teórica entre dureza y nitratos con los datos obtenidos por técnica de muestreo convencional y valorar los resultados en función de esa técnica utilizada.

GENERALIDADES DEL CASO DE ESTUDIO

La Cuenca del Arroyo El Pescado está situada en el noreste de la Provincia de Buenos Aires y cubre un área de aproximadamente 400 Km² (Figura 1). Dada su proximidad con la ciudad de La Plata esta zona podría constituir una fuente de abastecimiento de agua a la población. Por ello es de suma importancia contar con una red de monitoreo apropiada en la cuenca para la toma y evaluación de los datos.

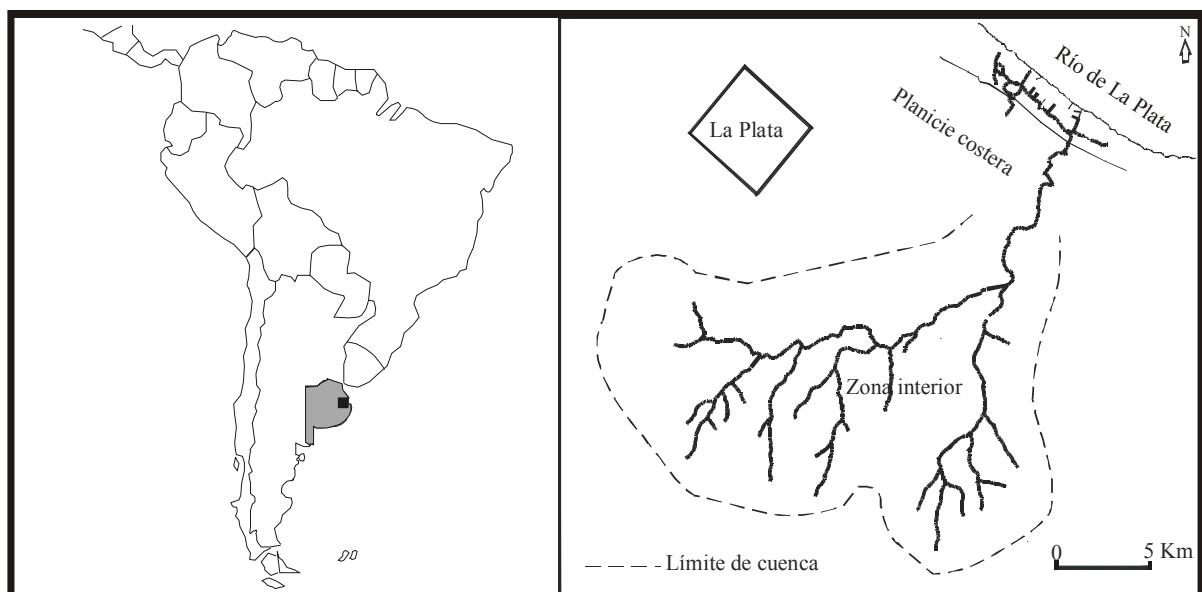


Figura 1: Localización de la Cuenca del Arroyo El Pescado.

El ambiente es de llanura con ondulaciones suaves, presentando una pendiente regional hacia el noreste. Geomorfológicamente se diferencian dos unidades: una Planicie Costera (predominio de descarga de agua subterránea) y una Zona Interior (predominio de recarga de agua subterránea). La Planicie Costera comprende una faja de 5 a 8 Km. de ancho dispuesta en forma paralela a la línea de ribera, con el 90% de las alturas por debajo de los 3 m.s.n.m, encontrándose el nivel freático aflorante o muy cercano a la superficie del terreno. La Zona Interior, se desarrolla entre las cotas de 5 y 25 m.s.n.m. y la capa freática se

encuentra a una profundidad de 5 a 7 m.b.b.p. El Arroyo El Pescado (de carácter efluente) nace en la cota de 25 m.s.n.m y con un recorrido de 30 Km. llega a la Planicie Costera, donde es canalizado para posibilitar su desembocadura al Río de La Plata.

Los sedimentos en que se alojan los niveles acuíferos más someros (Freático y Pampeano) corresponden a los Sedimentos Pampeanos y Postpampeanos. El Pampeano está integrado por limos arcillosos y arenosos con intercalaciones calcáreas (tosca). El Postpampeano esta compuesto por sedimentos limo arcillosos y arenosos de variado origen (fluvial, lacustre y marino). Las características químicas del agua freática muestran una variación en la composición entre la Zona interior, donde prevalecen los Sedimentos Pampeanos y la Planicie Costera, donde predominan los Sedimentos Postpampeanos. El agua de la Zona Interior es de tipo bicarbonatada sódico cálcica y la salinidad se sitúa entre los 370 y 1600 mg/l. En la Planicie costera el agua es de tipo clorurada sódica y los tenores salinos ascienden a 8000 mg/l (Mugni y Laurencena, 1989).

METODOLOGÍA

Los datos analizados corresponden a los muestreos realizados en una red de 35 perforaciones distribuidas de forma regular en la Zona Interior de la Cuenca del Arroyo El Pescado. Los muestreos se efectuaron por técnica convencional de bombeo en los periodos de julio de 1987 y julio de 2000. Los puntos censados corresponden a molinos y bombas de mano, y los datos representan la integración en una única muestra de los distintos niveles químicos existentes en la capa freática.

Para estudiar la relación entre las concentraciones de nitratos y los valores de dureza se procedió a un análisis estadístico de los datos.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Del análisis estadístico de las concentraciones de nitratos y dureza de los muestreos efectuados en la red de monitoreo de la Zona Interior en los periodos de julio de 1987 y julio de 2000 surge la tabla 1.

El contenido de nitratos recomendado por la Organización Mundial de la Salud para la calidad del agua potable (World Health Organization, 1996) es de 45 mg/l. Para el año 1987 no se observan valores de nitratos superiores al límite de potabilidad. Los valores de dureza para dicho año alcanzan máximos de 558,5 mg/l CaCO_3 y un valor medio de 225,9 mg/l CaCO_3 . Para el año 2000 los valores de nitratos aumentan considerablemente con máximos de 97,4 mg/l y con un valor medio cercano al límite de potabilidad. Para este último periodo

los valores de dureza disminuyen observándose máximos de 452 mg/l CaCO_3 y un valor medio de 160,1 mg/l CaCO_3 .

Tabla 1

1987	NO_3^- en mg/l	Dureza en mg/l CaCO_3	Dureza / NO_3^-
Media	12,4	225,9	18,21
Max	44,0	558,5	12,69
Min	1,0	88,2	88,20
2000	NO_3^- en mg/l	Dureza en mg/l CaCO_3	Dureza / NO_3^-
Media	43,7	160,1	3,66
Max	97,4	452,0	4,60
Min	4,4	80,0	18,18

Una primera apreciación estaría indicando a nivel regional un significativo incremento en los nitratos y por lo tanto una creciente contaminación en las aguas subterráneas.

Si se considera la relación teórica existente entre dureza y nitratos y se comparan los valores medios para los dos periodos se esperaría que el aumento en la concentración de nitratos conlleve a un aumento en el valor de dureza. De acuerdo a los valores medios no se observa tal correspondencia ya que para el año 2000 aumenta el valor medio de nitratos y disminuye el valor medio de dureza.

No obstante, del gráfico de dureza en función de la concentración de nitratos por periodos separados se aprecia una relación directa entre dureza y nitratos. Al incrementarse el valor de la dureza (donde el catión predominante es el calcio), se registran contenidos mayores de nitratos (Figura 2).

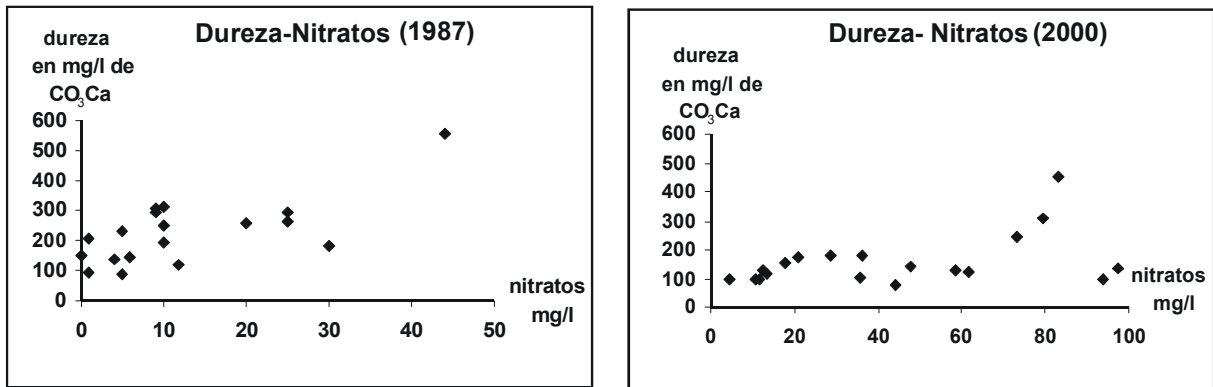


Figura 2: Dureza en función de la concentración de nitratos para los años 1987 y 2000.

Del análisis del gráfico se aprecia un cambio en los valores de dicha relación de un período con respecto al otro. Los valores de esta relación disminuyen considerablemente de 18,21 para el año 1987 a 3,66 para el año 2000, razón por la cual se aprecia un desvío en la tendencia esperada (Tabla1).

Sin embargo, teniendo en cuenta el importante aumento producido en la concentración de nitratos y la disponibilidad de carbonato de calcio, especialmente en los Sedimentos Pampeanos, la relación entre dureza y nitratos no se cumple según el comportamiento teórico esperado. Considerando la heterogeneidad química a nivel de microescala y los resultados obtenidos en la tendencia entre nitratos y dureza, uno de los factores a tener en cuenta en el desvío de la tendencia esperada podría relacionarse con la técnica de muestreo utilizada.

Como se explicó anteriormente un muestreo convencional por bombeo representa la integración en una única muestra de los posibles niveles existentes en la capa freática. Es de esperar que la relación directa se verifique en los niveles con presencia de mayor contenido de carbonato de calcio y que por encima o por debajo de estos, el agua presente una relación distinta.

Un muestreo convencional como el utilizado en este caso mezclaría los niveles heterogéneos desde un punto de vista químico dentro del pozo. La realización de un estudio más específico que permita analizar detalladamente el perfil hidroquímico del pozo verificaría que dicha relación existe en determinados sectores del acuífero.

Dados los resultados obtenidos surge como propuesta realizar muestreos de tipo multinivel. La más adecuada de estas técnicas es la que consta de un muestreador compuesto por celdas de diálisis ubicadas regularmente a lo largo del pozo y que permite obtener un registro continuo tanto espacial como temporal (Weisbrod et al, 1996 y Ronen et al., 1987).

Una técnica similar, pero menos precisa es el muestreo por bombeo aislando los distintos niveles del perfil del pozo por medio de obturadores. En ambas técnicas es necesario realizar una perforación de estudio donde se debe conocer perfectamente la litología de los sedimentos atravesados y en su construcción, el filtro debe ocupar la totalidad de la perforación.

Una tercera alternativa es realizar varias perforaciones a distintas profundidades y sectorizar en el perfil litológico la posición del filtro.

En relación a las heterogeneidades temporales es conveniente la realización de monitoreos sistemáticos en periodos cortos (mensual). Esto permitirá detectar variaciones en la composición química y ayudar a la interpretación de los datos.

Las técnicas planteadas, si bien son más costosas, resultan más apropiadas para una evaluación de detalle de los recursos hídricos subterráneos. Especialmente en el caso analizado, donde la concentración de nitratos constituye un condicionante en la estimación de las reservas de agua para abastecimiento humano.

CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis químicos de dos periodos en los mismos pozos de la red de monitoreo indican que en cada uno de estos períodos existe una relación dureza /nitratos. En la comparación conjunta se han reconocido desvíos importantes de las tendencias esperadas en dicha relación.

Una de las causas de esos desvíos podría atribuirse a la técnica de muestreo utilizada, que fue la convencional para estudios de carácter regional. Se propone la utilización de técnicas más adecuadas para el estudio de detalle que permitan explicar los desvíos y a su vez valorar las posibles heterogeneidades en la concentración de nitratos, dado que el incremento en sus valores resulta una limitante para el agua de consumo humano. Debido a que lo frecuente es utilizar técnicas de muestreo convencional por bombeo se aconseja monitorear la cuenca regularmente en periodos cortos y no obviar las posibles heterogeneidades al momento de interpretar los datos. Dicha consideración es primordial cuando se tienen que tomar decisiones sobre el uso y potabilidad del agua.

REFERENCIAS

- ANDREOLI, A., BARTILUCCI, N., FORGIONE, R. y REYNOLDS, R. Nitrogen removal in a subsurface disposal system. *Journal of Water Pollution Control Fed.*, 51, p: 841 – 854. 1979.
- COOK, J. y DAS, D. Sempra Village – Case study of groundwater pollution in Central India. Report N°WD/OS&80/16. Indo – British Betwa Groundwater Project. Overseas Development Administration London, UK. 1980.
- LAURENCENA, P., VARELA, L., KRUSE E., ROJO, A. y DELUCHI, M. Variaciones en la concentración de nitratos en el agua subterránea en un área del nordeste de la Provincia de Buenos Aires. *Las caras del agua subterránea*, Barcelona, España. T I p: 169 – 174. 2001.
- LEWIS, W., FOSTER, S. y DASAR B. Análisis de contaminación de aguas subterráneas por sistemas de saneamiento básico. CEPIS – OMS, Lima, Perú, 82p. 1988.

- MARTINEZ, D., BOCANEGRA, E. y COSTA J. Significado de la correlación pH / NO₃ / Ca⁺⁺ / Mg⁺⁺ en las aguas subterráneas del sudeste de la Provincia de Buenos Aires. I Congreso Nacional de Hidrogeología, Actas p: 193 – 210. 1997.
- MUGNI, J. y KRUSE, E. Nitrate evolution in groundwater in the Buenos Aires Province. International Conference Environmental Pollution. ICEP2 p: 225 – 231. 1993.
- MUGNI, J. y LAURENCENA, P. Características dinámicas y químicas del acuífero libre, en la Cuenca del Arroyo El Pescado, Provincia de Buenos Aires. Inédito. 1989.
- RONEN, D. and KANFI, Y. Frequent variations in the chemical quality of groundwater – A monitoring problem. The Science of the Total Environment, 21. p: 273 – 278. 1981.
- RONEN, D.; MAGARITZ, M. and LEVY, I. An in situ multilevel sampler for preventive monitoring and study of hydrochemical profiles in aquifers. Ground Water Monit. Rev. 7. p: 69 – 74. 1987
- RONEN, D., MAGARITZ, M., GVIRTZMAN, H. and GARNER, W. Microscale chemical heterogeneity in groundwater. Journal of Hydrology, 92. p: 173 – 178. 1987.
- RONEN, D., GRABER, E. and LAOR, Y. Groundwater chemical heterogeneity. XXXII IAH & VI ALSHUB Congreso ‘Aguas Subterráneas y Desarrollo Humano’. Mar del Plata. Argentina. p 701 – 704. 2002.
- SCHMIDT, K. Water. Quality Variations for Pumping Wells. Ground Water, 15 p: 130 – 137. 1977.
- WEISBROD, N; RONEN, D. and NATIV, R. New method for sampling groundwater colloids under natural gradient flow conditions. Environ. Sci. Technol, 30. p: 3094 – 3101. 1996.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for Drinking-water Quality. Volume 2: Health Criteria and Other Supporting Information. Second edition, Geneva, pp. 973. 1996.